

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/051404

International filing date: 27 March 2005 (27.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 0403905
Filing date: 13 April 2004 (13.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 October 2005 (14.10.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 12 SEP. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Planche', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

0 825 83 85 87

0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*04

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES

DATE

LIEU

13 AVR. 2004

N° D'ENREGISTREMENT

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

0403905

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE

PAR L'INPI

13 AVR. 2004

Vos références pour ce dossier

(facultatif) DVG_RD_#1

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE
 DESBRANDES Robert
 Allée des Chériniers
 03190 GIVARLAIS

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

2 NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☒

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐
 Demande de brevet initiale
 ou demande de certificat d'utilité initiale

N°

Date

N°

Date

 Transformation d'une demande de
 brevet européen Demande de brevet initiale
☐

N°

Date

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Procédé et Appareillage pour modifier la probabilité de désexcitation des nucléides isomères.

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ

OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE

LA DATE DE DÉPÔT D'UNE

DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☐ Personne morale☒ Personne physiqueNom
ou dénomination sociale

DESBRANDES

Prénoms

Robert

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile

Rue

Allée des Chériniers

ou
siège

Code postal et ville

10 3 1 9 0

Pays

France

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

04 70 06 00 37

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

rdesbrandes@wanadoo.fr

☒ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»Remplir impérativement la 2^{ème} page



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES DATE 13 AVR. 2004 LIEU 39 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0403905		Réservé à l'INPI	
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu) Nom Prénom Cabinet ou Société Nationalité N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)			
7 INVENTEUR (S) Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE Établissement immédiat ou établissement différé		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé Choix à faire obligatoirement au dépôt (cf. Notice explicative Rubrique 8)	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG	
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS Le support électronique de données est joint La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences <input type="checkbox"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		1	
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) DESBRANDES ROBERT		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES

DATE

LIEU

13 AVR. 2004

N° D'ENREGISTREMENT

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

0403905

DB 540 W / 191203

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)

Nom

Prénom

Cabinet ou Société

Nationalité

N° de pouvoir permanent et/ou
de lien contractuel

Adresse

Rue

Code postal et ville

Pays

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

DESBRANDES
Robert

Française

Allée des Chéniers
103190 GIVARLAIN
France

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques

Les demandeurs et les inventeurs
sont les mêmes personnes

☒ Oui

☐ Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat
ou établissement différé

☒

☐

Choix à faire obligatoirement au dépôt (cf. Notice explicative Rubrique 8)

**9 RÉDUCTION DU TAUX
DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)
☐ Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la
décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG

**10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES
ET/OU D'ACIDES AMINÉS**

☐ Cochez la case si la description contient une liste de séquences

Le support électronique de données est joint

☐

La déclaration de conformité de la liste de
séquences sur support papier avec le
support électronique de données est jointe

☐

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite»,
indiquez le nombre de pages jointes

1

**11 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE**
(Nom et qualité du signataire)

DESBRANDES ROBERT

VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI

Robert



BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
 Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



0403905

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° ...

BR/OUTE

REMISE DES PIÈCES DATE: 13 AVR. 2004 LIEU: 09		Révisé à l'INPI	
N° D'ÉLABORATION: NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Cet imprimé est à remplir soigneusement à l'encre noire.	
Vos références pour ce dossier (facultatif)		DVG RD 01	
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE OU BÉNÉFICIE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation: _____ N°: _____ Date: _____ Pays ou organisation: _____ N°: _____ Date: _____	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input checked="" type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		VAN GENT	
Prénoms		Daniel Lee	
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	10827 Del Cano Avenue	
	Code postal et ville	70118 (118) Baton Rouge, Louisiana	
	Pays	USA	
Nationalité		USA	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
6 REPRÉSENTANT (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input checked="" type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale			
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue		
	Code postal et ville		
	Pays		
Nationalité			
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
7 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI Le chef	

La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'information, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
 Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention concerne un procédé et un appareillage pour modifier la probabilité de désexcitation des nucléides isomères.

La probabilité de désexcitation d'un corps radioactif
5 est reliée à la demi-vie, c'est à dire le temps nécessaire à la désexcitation de la moitié des noyaux radioactifs. Cette probabilité est donnée la formule :

$$P = \text{LN}(2) / \lambda$$

P, probabilité de désexcitation par minutes ;
10 LN, logarithme naturel ;
λ, demi-vie en minutes.

Par exemple, la demi-vie de l'indium 115^m normal est de 268 minutes. La probabilité de désexcitation d'un noyau par minutes est donc de 0,00258 ce qui représente une
15 chance sur 387 par minute. Par indium 115^m normal, on désigne l'isomère excité classiquement et non comme stipulé dans cette invention.

Il existe de nombreux nucléides qui possèdent un état métastable (isomères) dont la demi-vie va, selon les
20 isomères, de une seconde ou moins à 50 ans ou plus. Une liste des principaux isomères est donnée dans le tableau 1. Dans cette table sont listés le symbole, l'abondance de l'isotope, la demi-vie des noyaux et l'énergie de la radiation gamma émise lors de la désexcitation. L'indium
25 115 par exemple possède un état métastable de 268 minutes (4,48 heures) de demi-vie comme le montre la figure 1. Il retourne à son état fondamental stable par transition isomérique en émettant un rayonnement gamma de 336,2 keV. La transition isomérique, comme la conversion interne, ne
30 donne pas lieu à un changement de numéro atomique. Dans son état normal, un isomère retourne à son état fondamental avec la demi-vie mentionnée dans le tableau 1. Certains noyaux isomères, comme Hafnium 178 ou Hafnium 179, émettent plusieurs gamma lors de leur retour à l'état fondamental.

35 Il est connu des hommes de l'art que la désexcitation

de l'isomère peut être accélérée par irradiation X ou gamma. Dans cette invention la demi-vie de l'isomère se modifie avec le temps sans l'intervention d'une irradiation, parfois appelée stimulation X ou gamma. De
5 surcroît, la demi-vie obtenue dans le cadre de l'invention, varie dans le temps en étant plus courte au début de la vie de l'isomère, et plus longue par la suite comme le montre la figure 5 dans le cas de l'indium 115^m.

Les corps radioactifs ont une demi-vie rigoureusement
10 constante dans les limites des fluctuations statistiques. Hors le cas des isomères irradiés selon les méthodes décrites dans la présente invention ou la stimulation, il est impossible de faire varier la demi-vie d'un isomère radioactif. Cette invention résout donc un problème
15 technique en fournissant un corps radioactif avec une demi-vie variable sans stimulation et adaptable pour une application donnée.

La probabilité de désintégration ou de désexcitation d'un corps radioactif n'est pas modifiée par un changement
20 de son état physique ou chimique. En conséquence, les échantillons excités avec les techniques décrites dans cette invention peuvent être transformés par fusion, vaporisation, dissolution ou combinaison chimique après irradiation sans modification de leurs propriétés
25 nucléaires.

Plusieurs isotopes peuvent exister naturellement ou être incorporés artificiellement dans les échantillons. Ces échantillons peuvent alors être des alliages ou des mélanges de plusieurs isotopes ayant in état métastable.
30 Dans ce cas, la demi-vie de chaque isotope excité selon l'invention peut être mesurée simultanément avec un spectrographe gamma connu de l'homme de l'art.

Différentes applications industrielles ou médicales sont possibles. Une réaction chimique par exemple peut
35 demander une dose forte de rayonnement au début qui est suivie par une dose plus faible et durant longtemps. Il en

est de même pour un traitement médical qui demande une évolution des doses dans le temps. L'utilisation de plusieurs isotopes dans le même échantillon est utilisée pour avoir simultanément des gamma de différentes énergies
5 lors de la désexcitation naturelle des isotopes.

L'invention, dont la mise en œuvre sera détaillée dans la suite, n'est pas expliquée par les théories nucléaires admises présentement. En conséquence, elle ne découle pas d'une technique connue de l'homme de l'art.

10 Le procédé selon l'invention consiste à irradier, à l'aide de rayons gamma, un échantillon d'un élément ou plusieurs éléments possédant un état métastable d'une durée de demi-vie allant de moins d'une seconde à plusieurs années. La source d'irradiation peut être soit un isotope
15 radioactif, soit un accélérateur linéaire de particules, telles que des électrons, des particules alpha ou des protons, qui par effet de Bremstrahlung produisent des rayons gamma.

Dans le cas de la source radioactive, les rayons
20 gamma doivent être émis en cascade par le même noyau. Par exemple, une émission en cascade est fournie par le cobalt 60, comme le montre la figure 2. Les rayons gamma émis doivent avoir une énergie suffisante pour effectuer une transition isomérique inverse, c'est à dire faire passer le
25 noyau de son état fondamental à l'état métastable. Dans le cas de l'indium 115, par exemple, l'énergie nécessaire est de 1080 keV, condition qui est remplie par les deux rayons gamma du cobalt 60. On voit sur la figure 2 que l'un des gamma a une énergie de 1173 keV avec 99,90% chance de se
30 produire, et l'autre 1332 keV avec 99,98% chance de se produire. Une cascade se produit donc, car les deux gamma sont émis à 0,713 picoseconde (10^{-12} s) d'intervalle en moyenne.

Dans le cas d'une irradiation par les rayons gamma de
35 Bremstrahlung d'un accélérateur linéaire de particules, par exemple d'électrons, l'énergie des gamma doit à nouveau

être supérieure au seuil d'excitation de l'élément choisi.

Par exemple, un accélérateur linéaire compact peut émettre un rayonnement gamma très focalisé avec un spectre d'énergie gamma de 0 à 6 MeV. Ce spectre est reproduit sur la figure 3. L'énergie de tous les électrons avant de rencontrer la cible de tungstène est de 6 MeV. En conséquence, chaque électron émet en moyenne quatre gamma de 1,5 MeV (1500 keV) comme le montre la figure 3 dans une très rapide succession assimilable à une cascade. La cascade de gamma obtenue avec l'accélérateur linéaire compact est, comme le montre l'expérience, plus efficace pour modifier la demi-vie que la source de cobalt 60.

Selon un mode particulier de l'invention, les échantillons à irradier sont placés sur un plateau (3) qui présente les échantillons (5) en succession devant un piston (7) qui les introduit en face d'une source radioactive (1) par l'orifice (4) comme le montre la figure 4. La source est placée dans un épais blindage de plomb et d'acier (2). Un axe (6) connecte le plateau à un moteur (10) commandé par une minuterie (11). Le temps d'irradiation est réglé pour chaque échantillon à l'aide d'une minuterie (9) qui actionne une vanne pneumatique (8) pour obtenir la réponse optimale d'activation.

Dans le cas, par exemple, de l'indium 115, une irradiation de 20 heures avec une source de 111000 GBq (3000 Ci) de cobalt 60 produit l'isomère d'indium avec une demi-vie initiale de 242 minutes au lieu de 268 qui est la demi-vie de l'isomère normal, soit une diminution de 10%. Cette diminution peut être modifiée en variant le temps d'irradiation. Contrairement à l'isomère normal, à partir de 1500 minutes de temps écoulé, la demi-vie dépasse la demi-vie normale soit 268 minutes pour atteindre 360 minutes après 3000 minutes écoulées. L'échantillon reste donc légèrement radioactif très longtemps. La figure 5 montre schématiquement l'évolution de la demi-vie pour un échantillon d'indium irradié ($\text{In } 115^m$) dans les conditions

précédentes.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, schématisé sur la figure 6, les échantillons (14) sont placés sur un plateau tournant (13). Ce plateau est
5 supporté par un axe (15) et connecté à un moteur (16), lui-même commandé par une minuterie (17). Les échantillons sont présentés en séquence devant le faisceau de rayons X d'un accélérateur linéaire compact (12) par exemple. Un
« fantôme » (18) rempli d'eau arrête les rayons gamma non
10 absorbés. En général les accélérateurs ne peuvent pas fonctionner en permanence. Un certain nombre d'unités de temps d'irradiation, par exemple de 5 minutes, est appliqué à chaque échantillon selon la demi-vie initiale désirée à l'aide d'une minuterie (19).

15 L'accélérateur émet un rayonnement focalisé, contrairement à la source de cobalt 60. De plus, dans l'exemple précédent, jusqu'à quatre gamma avec une énergie suffisante pour activer des noyaux comme les noyaux d'indium 115 sont produit en cascade. Ce rayonnement est
20 donc plus efficace et un court temps d'irradiation est généralement suffisant. La figure 7 représente l'évolution schématique de la demi-vie d'un échantillon d'indium 115 irradié à l'aide d'un accélérateur linéaire compact pendant 20 minutes. La demi-vie initiale est de 130 minutes
25 comparée à 268 minutes pour In 115^m normal, soit une diminution de 50%. A nouveau la demi-vie normale est atteinte après 1500 minutes écoulées et croît ensuite à 400 minutes quand le temps atteint 3000 minutes écoulées.

Les appareillages décrits précédemment sont des
30 exemples de réalisation. D'autres moyens pour présenter les échantillons à l'irradiation peuvent être employés sans sortir du cadre de l'invention.

Les échantillons à irradier sont des solides en feuille ou en poudre, des liquides ou des gaz (cas du Xénon
35 par exemple) qui contiennent une proportion d'un ou de plusieurs isotopes du tableau 1. Les échantillons peuvent

être aussi des alliages, des mélanges ou des composés chimiques incorporant une proportion d'un ou de plusieurs isotopes du tableau 1. Les échantillons peuvent également être transformés physiquement ou chimiquement après
5 irradiation. Par exemple un échantillon sous forme de poudre ou de gaz peut être incorporé dans des molécules porteuses injectables.

Les mesures de demi-vie peuvent être effectuées avec les instruments classiques de l'homme de l'art. Les
10 spectromètres gamma utilisés présentement contiennent des milliers de canaux pour mesurer simultanément la réponse de centaines d'isotopes radioactifs ou excités.

Un instrument courant est le détecteur à cristaux de germanium fonctionnant à basse température. Afin de
15 minimiser les effets des rayons cosmiques, du radon et des parasites ambiants, les échantillons sont placés dans un conteneur avec des parois de cuivre, plomb et acier. Un analyseur multi-canal se cale sur la ou les radiations caractéristiques du ou des isomères choisis. Par exemple,
20 dans le cas de l'indium 115^m , les gamma dans la raie 336 keV sont comptés. Dans le cas de Hafnium 179, de 25 jours de demi-vie, de nombreuses raies sont détectables dont les principales sont 453, 409, 362, 315, 268 et 122 keV. Ces raies sont émises en cascade à des picosecondes
25 d'intervalle et sont facilement détectées par les spectrographes à cristaux de germanium. Il est également possible que les progrès de la technique permettront de mesurer la radiation de 336 keV sans un conteneur spécial.

REVENDICATIONS

- 1) Procédé et appareillage pour modifier la probabilité de désexcitation, donc la demi-vie, des nucléides isomères, caractérisés par l'irradiation d'un échantillon contenant un isotope ayant un état métastable
5 par une source de rayons gamma émis en cascade, soit par une source radioactive, soit par un générateur de rayons gamma provenant du Bremstrahlung de particules accélérées, avec une énergie suffisante pour exciter ledit élément à son état métastable, et un temps suffisant pour obtenir la
10 demi-vie initiale requise.
- 2) Procédé et appareillage selon la revendication 1 caractérisés par l'utilisation d'un échantillon contenant une pluralité d'isotopes ayant un état métastable d'une demi-vie de 1 seconde à 50 ans.
- 15 3) Procédé et appareillage selon la revendication 2 caractérisés par l'utilisation de rayons gamma émis en cascade et d'énergie supérieure au seuil d'excitation des isotopes utilisés ayant un état métastable.
- 20 4) Procédé et appareillage selon la revendication 2 caractérisés par l'utilisation d'échantillons contenant plusieurs isotopes dont la réponse gamma de chacun d'eux est mesurée simultanément.
- 25 5) Procédé et appareillage selon la revendication 2 caractérisés par l'utilisation d'échantillons contenant plusieurs isotopes dont la réponse gamma est composée d'une pluralité de raies mesurées simultanément.
- 6) Procédé et appareillage selon la revendication 2 caractérisés par l'utilisation d'échantillons sous différentes formes physique.
- 30 7) Procédé et appareillage selon la revendication 2

REVENDEICATIONS

1) Procédé pour modifier la probabilité de désexcitation, donc la demi-vie, des nucléides isomères, dans lequel:

- on prépare un échantillon contenant au moins un nucléide isomère ayant un état métastable par irradiation au moyen soit d'une source de rayons gamma émis en cascade, soit d'un générateur de rayons gamma provenant du Bremstrahlung de particules accélérées, avec une énergie supérieure au seuil d'excitation dudit nucléide isomère pour exciter ledit nucléide isomère à son état métastable,

caractérisé:

- en ce que la demi-vie initiale de chaque nucléide isomère excité de l'échantillon préparé précédemment est inférieure à la demi-vie théorique dudit nucléide, et en ce que ces demi-vies initiales varient avec le temps et la puissance de la source d'irradiation,
- en ce que l'on utilise le rayonnement gamma de demi-vie instantanée variable d'au moins un nucléide isomère excité, au cours de sa désexcitation naturelle, et en ce que la valeur de la demi-vie varie de la valeur de la demi-vie initiale à la valeur de la demi-vie théorique dudit nucléide, puis augmente au delà de cette valeur de ladite demi-vie théorique.

2) Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'on utilise des échantillons contenant au moins un nucléide isomère ayant un état métastable, par exemple: Niobium ($^{93}\text{Nb}41\text{m}$), Cadmium ($^{111}\text{Cd}48\text{m}$), Cadmium ($^{113}\text{Cd}48\text{m}$), Césium ($^{135}\text{Ce}55\text{m}$), Indium ($^{115}\text{In}49\text{m}$), Etain ($^{117}\text{Sn}50\text{m}$), Etain ($^{119}\text{Sn}50\text{m}$), Tellure ($^{125}\text{Te}52\text{m}$), Xénon ($^{129}\text{Xe}54\text{m}$), Xénon ($^{131}\text{Xe}54\text{m}$), Hafnium ($^{178}\text{Hf}72\text{m}$), Hafnium ($^{179}\text{Hf}72\text{m}$),

caractérisés par l'utilisation d'échantillons sous différentes formes chimiques.

8) Procédé et appareillage selon la revendication 2 caractérisés par l'utilisation d'un échantillon sous la
5 forme d'une solution.

9) Procédé et appareillage selon la revendication 2 caractérisés par l'utilisation d'un échantillon ayant subi une transformation physique après irradiation.

10) Procédé et appareillage selon la revendication 2 caractérisés par l'utilisation d'un échantillon ayant subi
10 une transformation chimique après irradiation.

Iridium ($^{193}\text{Ir}77\text{m}$), Platine ($^{195}\text{Pt}78\text{m}$).

3) Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que l'on utilise des échantillons contenant plusieurs nucléides isomères excités dont la réponse gamma de chacun d'eux est mesurée simultanément.

4) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 3 caractérisé en ce que l'on utilise des échantillons contenant au moins un nucléide isomère excité dont la réponse gamma est composée d'une pluralité de raies mesurées simultanément.

5) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4 caractérisé en ce que la valeur initiale mesurée de la demi-vie initiale d'au moins un nucléide isomère excité est comprise entre 10% et 100% de la valeur théorique.

6) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4 ou 5 caractérisé en ce que l'on utilise des échantillons sous différentes formes physiques ou sous différentes formes chimiques.

7) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 caractérisés en ce que l'on utilise un échantillon sous la forme d'une solution.

8) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7 caractérisé en ce que l'on utilise un échantillon ayant subi une transformation physique ou une transformation chimique après irradiation.

9) Dispositif de mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce qu'il comprend :

- un appareillage d'excitation irradiant un échantillon contenant au moins un nucléide isomère ayant un état métastable au moyen soit d'une source de rayons gamma émis en cascade, soit d'un générateur de rayons gamma provenant du Bremstrahlung de particules accélérées,

avec une énergie supérieure au seuil d'excitation dudit nucléide isomère pour l'exciter à son état métastable,

- 5 - un appareillage contrôlant la durée d'irradiation de chaque échantillon en fonction de la demi-vie initiale requise.

10 **10)** Utilisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 pour fournir une faible dose de rayonnement pendant longtemps à partir d'une forte dose initiale de rayonnement.

1 / 4

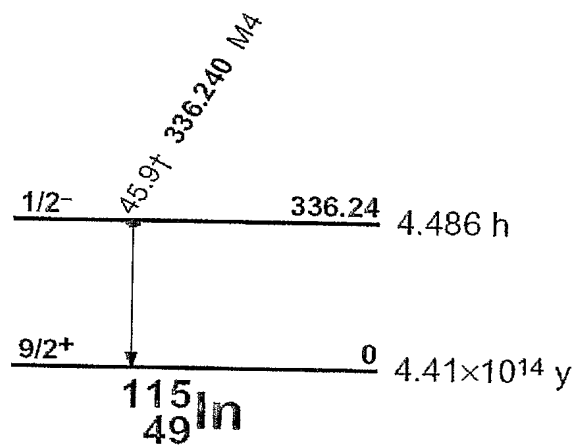


FIG. 1

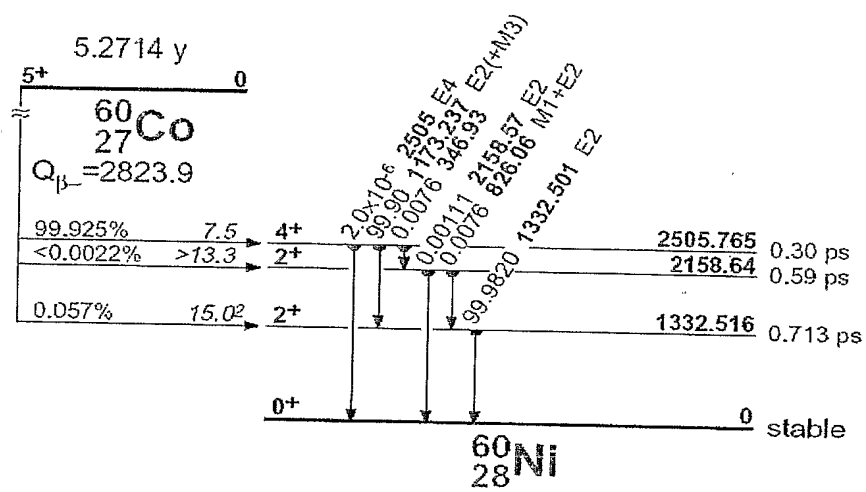


FIG.2

2 / 4

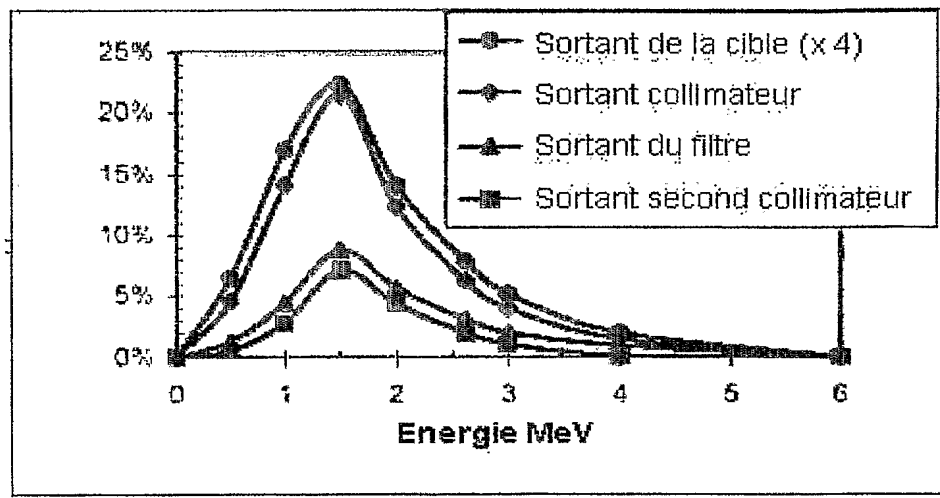


FIG.3

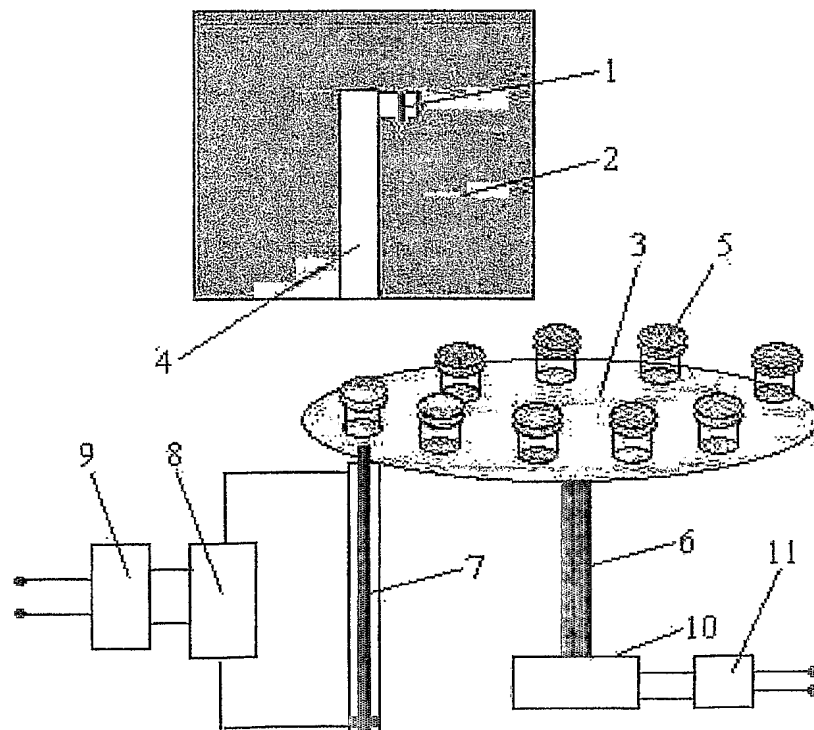


FIG.4

3 / 4

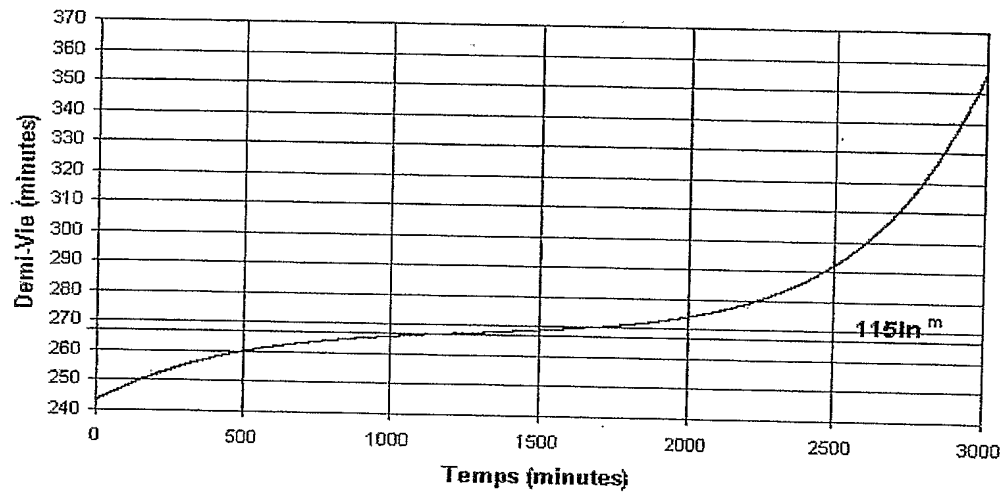


FIG.5

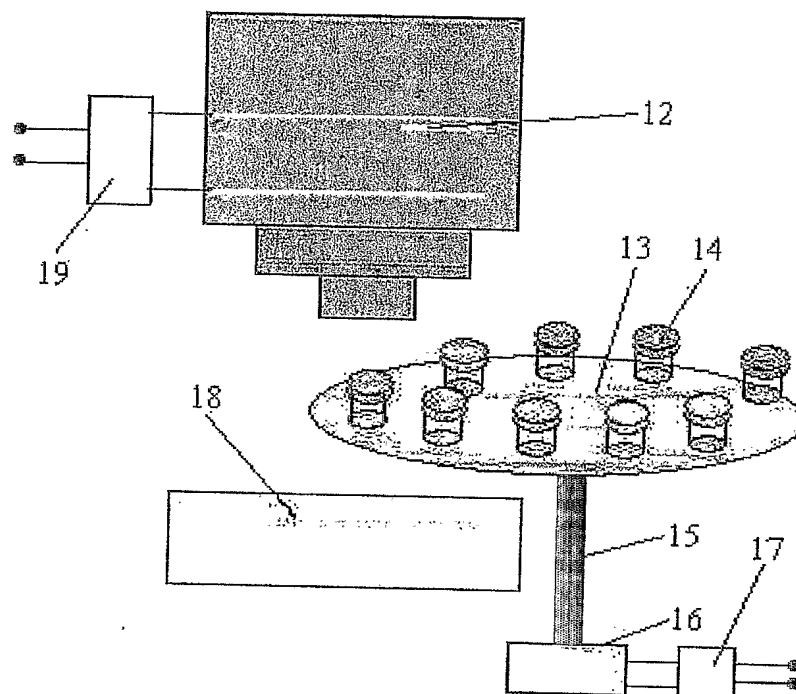


FIG.6

4 / 4

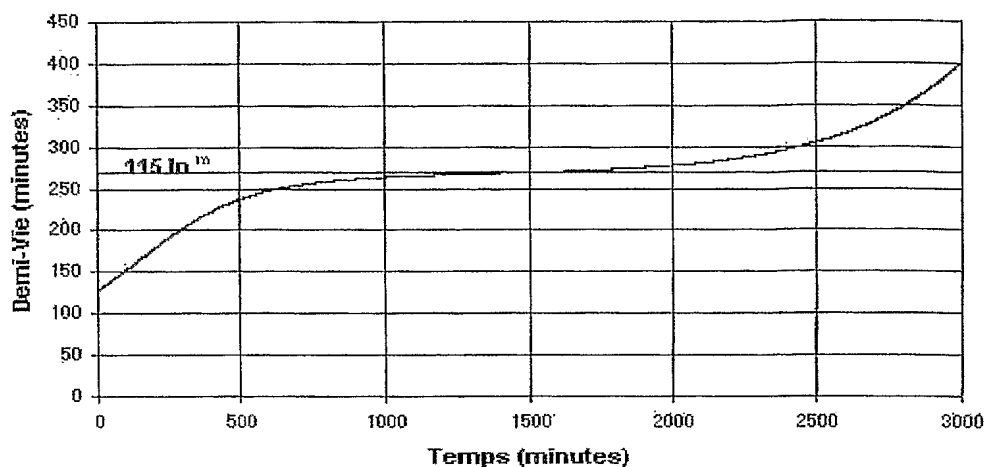


FIG.7

Nucléide	Symbole	Abondance %	Demi-vie	Gamma keV
Niobium	93Nb41	100	16.3 a	31.8
Cadmium	111Cd48	12.8	48.54 m	396.2
Cadmium	113Cd48	12.2	14.1 a	263.5
Césium	135Ce	-	53 m	846/786
Indium	115In49	95.7	4.48 h	336.2
Tin	117Sn50	7.7	13.6 a	314.6
Tin	119Sn50	8.6	293 j	60.5
Tellure	125Te52	7.1	57.4 j	144.8
Xénon	129Xe54	26.5	8.8 j	238.1
Xénon	131Xe54	21.2	11.8 j	163.9
Hafnium	178Hf72	27.3	31 a	574/.../93
Hafnium	179Hf72	13.6	25 j	453/.../122
Iridium	193Ir77	62.7	10.5 j	80.2
Platinum	195Pt78	33.8	4 j	259.3

m: minutes, h: heures, j: jours, a: années.

TABL.1

